

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-186081

(43)Date of publication of application : 16.07.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/22  
C23C 16/44  
H01L 21/205  
H01L 21/304

(21)Application number : 06-339005

(71)Applicant : F T L:KK

(22)Date of filing : 29.12.1994

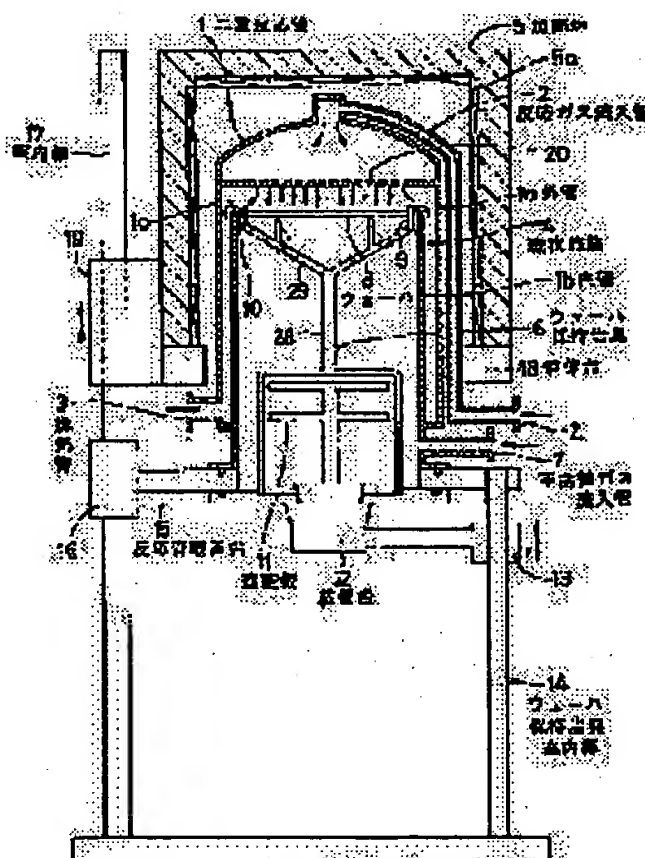
(72)Inventor : TAKAGI MIKIO

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING EQUIPMENT FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce particles in the manufacture of a semiconductor device in which at least inert gas is discharged from an annular flow path in the lower part of a vertical reactor containing an inner pipe and an outer pipe and at the same time a wafer is heat-treated under the existence of of a reaction gas in a heating furnace.

**CONSTITUTION:** A reaction gas introduced into an outer pipe 1a in the position of a wafer 8 or in a higher position than that position is made to react to the wafer 8 moved up nearly in the same position as the upper end of an inner pipe 1b or in the higher position than that upper end, and the inflow of the reaction gas into the inner pipe is obstructed by an inert gas which is made to flow in the direction of the wafer from the lower part of the inner pipe 1b.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-186081

(43) 公開日 平成8年(1996)7月16日

(51) Int. Cl. <sup>3</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/22	5 1 1 S			
	G			
C 2 3 C 16/44		D		
H 0 1 L 21/205				
21/304	3 4 1 D			

審査請求 未請求 請求項の数21 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-339005

(22) 出願日 平成6年(1994)12月29日

(71) 出願人 591257421

株式会社エフティーエル

神奈川県川崎市多摩区登戸2578番地 登戸

ハイデンス302号

(72) 発明者 高木 幹夫

神奈川県川崎市多摩区登戸2578番地 登戸

ハイデンス302号 株式会社エフティーエル内

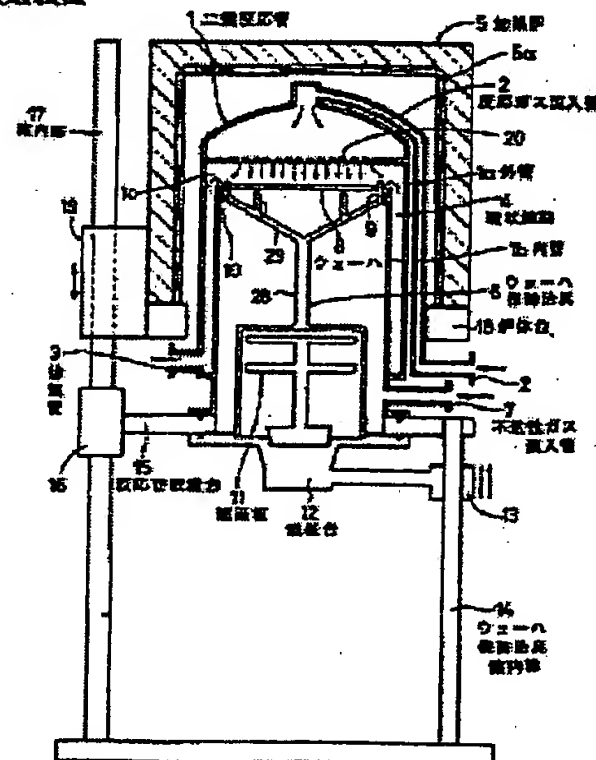
(74) 代理人 弁理士 村井 卓雄

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び半導体装置の製造装置

(57) 【要約】

【目的】 内管(1b)と外管(1a)含んでなる縦型反応炉の下部において環状流路(4)から少なくとも不活性ガスを排気(3)しつつウェーハ(8)を加熱炉内で反応ガスの存在下で熱処理する半導体装置の製造において、パーティクルを低減する。

【構成】 外管(1a)内にウェーハ(8)の位置もしくは該位置より上方で導入された反応ガスと、内管(1b)の上端とほぼ同じ位置もしくはより上方に上昇移動されたウェーハ(8)との反応を起こさせ、また内管(1b)の下部よりウェーハの方向に流された不活性ガスにより反応ガスの内管内への流入を阻止する。



TmW 99-17  
KR  
03.9.18

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内管と外管を含んでなる縦型反応炉の下部において内管と外管の間の環状流路から少なくとも不活性ガスを排気しつつウェーハを加熱炉内で反応ガスの存在下で熱処理する半導体装置の製造方法において、前記外管内にウェーハの位置もしくは該位置より上方で導入された反応ガスと、前記内管の上端とほぼ同じ位置もしくはより上方に上昇移動されたウェーハとの反応を起こさせるとともに、前記内管の下部より前記ウェーハの方向に流された不活性ガスにより前記反応ガスの内管内への流入を実質的に阻止することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の方法を行ない、ウェーハを縦型反応炉外に取り出した後に、少なくともウェーハの位置から上方の領域において外管と加熱炉の間に常設され、加熱炉の軸方向に延在するプラズマ発生用棒状電極を励起して洗浄を行なうことを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 前記内管の頂部内壁との間で環状間隙を画成する部材により画成される該環状間隙を通して不活性ガスを流すことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 前記環状間隙画成部材がウェーハ保持具である請求項 3 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 前記環状間隙画成部材がウェーハ保持具と一体にその下方に設けられていることを特徴とする請求項 3 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 電気抵抗ヒーターを含んでなる前記加熱炉の該電気抵抗ヒーターの外側に反射金属面を形成して、該反射金属面からの反射光及び該電気抵抗ヒーターからの放射光によりウェーハを加熱することを特徴とする請求項 1 から 5 までの何れか 1 項 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 前記ウェーハが横置きされた 1 枚のウェーハであることを特徴とする請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 8】 前記ウェーハの複数枚を横置きし外管の側面から反応ガスを流入させかつ反対側から排気することを特徴とする請求項 1 から 6 までの何れか 1 項 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 前記ウェーハの複数枚を縦置きし、外管の上部から前記反応ガスを下向に流すことを特徴とする請求項 1 から 7 までの何れか 1 項 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 予め前記加熱炉を反応温度に昇温しかつ前記不活性ガスをウェーハの方向に流し、続いて前記ウェーハを前記加熱炉内に上昇移動させることを特徴とする請求項 1 から 7 までの何れか 1 項 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 11】 請求項 10 記載の方法を行なう前に、

前記ウェーハを予備加熱炉内で予備加熱することを特徴とする請求項 10 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 12】 前記加熱炉より下方に前記予備加熱炉を同軸状にかつ断熱遮蔽板を挟んで配置して、それぞれを反応温度及び予備加熱温度に昇温することを特徴とする請求項 11 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 13】 反応中に前記ウェーハを前記内管内で管の中心軸を回転軸として回転させることを特徴とする請求項 1 から 12 までの何れか 1 項 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 14】 内管と外管を含んでなる縦型反応炉の下部において外管に排気孔を設け、前記内管の管壁上端とほぼ同じ位置もしくはより上方において反応ガスを導入する反応ガス導入孔を前記外管に設け、前記内管の下部に不活性ガス導入孔を設け、さらにウェーハを内管内にて昇降自在に保持するウェーハ保持治具を含んでなる半導体装置の製造装置において、前記内管の頂部内壁との間で環状間隙を画成する部材を含んでなり、かつウェーハが前記内管の管壁上端とほぼ同じ位置もしくはより上方位置に保持された状態で、ウェーハ保持治具の載置台が前記縦型反応炉の底部に当接することを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項 15】 少なくともウェーハの位置から上方の領域で外管と加熱炉の間において炉の軸方向に延在するプラズマ発生用棒状電極を常設したことを特徴とする請求項 14 記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 16】 電気抵抗ヒーターを含んでなる加熱炉からの放射光を反射する反射金属面を該加熱炉に設けたことを特徴とする請求項 14 又は 15 記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 17】 前記ウェーハ保持具が複数枚のウェーハを横置きし、前記外管の側面に反応ガス流入部が、その反対側から排気部が形成されていることを特徴とする請求項 14 から 16 までの何れか 1 項 記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 18】 前記ウェーハ保持具が複数枚のウェーハを縦置きし、外管の上部に反応ガス流出部が形成されていることを特徴とする請求項 14 から 17 までの何れか 1 項 記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 19】 前記加熱炉の下部に予備加熱炉を付設したことを特徴とする請求項 14 から 18 までの何れか 1 項 記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 20】 前記加熱炉と予備加熱炉を同軸状にかつ断熱遮蔽板を挟んで配置したことを特徴とする請求項 19 記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 21】 前記ウェーハを前記内管内で管の中心軸を回転軸として回転させる駆動手段を前記ウェーハ保持具に連結したことを特徴とする請求項 14 から 20 までの何れか 1 項 記載の半導体装置の製造装置。

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体装置の製造方法及び製造装置に関するものであり、さらに詳しく述べるならば、半導体デバイス、具体的にはシリコン、化合物半導体などのメモリーもしくは論理回路IC、薄膜トランジスタICなどに用いられるウェーハに、半導体物質、絶縁物質、金属、超伝導物質などの皮膜あるいは層を反応ガスを用いて常圧もしくは減圧で形成するか、あるいは雰囲気ガスの存在下で拡散、膜質の改善、膜の平坦化などのウェーハの熱処理を行う縦管型半導体装置製造装置ならびにこの装置を使用する方法において、反応ガスに起因するパーティクルによる汚染を減少する提案に関する。

【0002】本発明において、「反応ガス」とはガスとして反応しあるいは分解して上記の皮膜または層を形成するもの、及びガスがウェーハと反応して上記の皮膜又は層を形成する通常の意味の反応ガスを指している。またガスとは通常の原子、分子状のもののみならず、イオン又は活性（radical）状態の反応種も指している。「不活性ガス」とは、上記のようなウェーハとの反応を意図せずかつ反応に障害がないものであって、Ar等であるかあるいは熱処理の種類によっては窒素ガスのようなウェーハと反応しないガスのこともある。

【0003】

【従来の技術】本発明が関連する半導体装置製造のための熱処理に関しては、古くは、特開昭53-51187号、特開昭65-20282号の発明があるが、これらでは反応管末端に設けられた排気部で温度が著しく低下し、そのため反応により生じる膜質が著しくウェーハ上のものとは異なり、この結果パーティクルが反応室内に降り注いだ。

【0004】又、1970年代後半から1980年代前半においては、上下に可動な上部抵抗加熱炉と固定式下部加熱炉を気密に且つ着脱自在に固定し、両炉の軸心に設けた排気用管体の周りに下部炉に固定するとともに上側を上部炉内空間に排気用管体を突入させ、さらに該管体と同心状に細い反応ガス流入管を該管体内に固定し、多数のウェーハを縦置きでセットした石英製ウェーハキャリアを炉の中心部の排気口上方の「すのこ」に保持した、アニコンと通称される減圧CVD装置が多用され、膜厚のばらつきとしては $\pm 2\%$ のすぐれた値が達成された。しかしこの装置ではウェーハを取りだすときに上下炉を分離すると、炉内と炉外の大きな温度差により大きな熱風が発生してパーティクルが多量にウェーハに付着する問題を起こした。

【0005】これに対して、二重管型半導体製造装置はパーティクルの低減に適する。具体的には、外管は頂部が開けられた炉体構造とし、頂部にガス流入管を開口するとともに、内外管の間の環状間隙がその上端で炉内空間に通じるようにした二重管構造の加熱炉を用い、反応

ガスを環状間隙を経て排出させ、ほとんどのパーティクルを環状間隙に閉じ込めることが、本出願人が提案した欧州特許公開公報0538874号に示されている。

【0006】図17は前掲欧州特許公開公報に示された半導体製造装置によるウェーハの熱処理方法を図解している。図において、1は外管1aと内管1bより構成される二重反応管、2は内管1bの底部に開口する反応ガス流入管、3は外管1aの底部に開口する排気管、4は同心円状に配列された外管1aと内管1bの間に形成され反応ガスを排出する環状通路、5は加熱炉、6はウェーハ保持治具、8はウェーハである。このウェーハ8は図示の位置で保持され、内管1b内を上向に流れる反応ガスと接触して所定の反応を起こす。反応後の反応ガスは環状通路4を下向きに流れ、排気管3から排出される。したがって、パーティクルの原因となる反応生成物は、ウェーハ出し入れ空間とは隔てられた環状通路4の管壁に付着するので、パーティクルの影響を少なくすることが可能になった。

【0007】最近64M-DRAMでは倍ルールのコスト低減則を満足するために、12インチの大口径ウェーハ（約200チップ/ウェーハ）が必要になると言われており（「日経マイクロデバイス」1992年11月号）、このように半導体装置の集積度がますます高くなるにつれ、石英と熱膨張率及び付着力で差があるパーティクルの大きさを小さくかつ個数を少なくしなければならぬ。これを満足するために小パッチまたは枚葉処理を行う必要が生じ、また設備コストの増額を抑えることが必要になっている。

【0008】一般に石英反応管でCVD等の処理を数十回行なうと反応生成物が反応管内壁に数10ミクロン程度に厚く付着し、反応管の石英との熱膨張率の差により剥離しパーティクルとなる。これを防止するために反応管内壁に付着した反応生成物をプラズマにより分解し頻繁に洗浄する必要がある。この洗浄方法は例えば特開昭62-196820号にて公開されており、プラズマ発生電極を加熱用ヒーターと外管の間に常設することが知られている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】図17に示されるような二重管型半導体製造装置を使用するウェーハの熱処理方法では、ウェーハ8を内部に配置した内管1b内を反応ガスが流れるので、反応が内管1b内で起こり、この結果生成する反応生成物が多少内管1b内壁に付着する。すなわち反応生成物はウェーハ8の配置位置で最も活発に起こるので、不要な反応生成物が内管1bの内壁に付着する。処理完了後ウェーハ8を二重反応管1から後記機構30-33を駆動して取り出すときに、内管1bの内壁に付着したパーティクルにより汚染される。同様にウェーハ8を二重反応管1に挿入するときもパーティクルによる汚染が起こる。図17において、30は磁

石コイル、31は外管、32は駆動機構、33はウェーハ支持昇降治具6を遮蔽板11、載置板12とともに昇降させる案内部材である。

【0010】従来の二重管反応管型装置をプラズマで洗浄する方法では、パーティクル源が最も多く付着している内管の内壁を洗浄する必要があるが、加熱炉と外管の間に常設された洗浄用電極では、外管と内管の間にプラズマが最も強く発生するので、内管内壁を十分に洗浄することができず、洗浄効果が満足すべきものではない。したがって、本発明は、二重管反応型装置を使用してウェーハを処理する半導体装置の製造方法においてパーティクルによるウェーハの汚染をさらに少なくすることを特徴とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係る方法は、内管と外管を含んでなる縦管型反応炉の下部において内管と外管の間の環状間隙から少なくとも不活性ガスを排気しつつウェーハを加熱炉内で反応ガスの存在下で熱処理する半導体装置の製造方法において、前記外管内にウェーハの位置もしくは該位置より上方で導入された反応ガスと、前記内管の上端とほぼ同じ位置もしくはより上方に上昇移動されたウェーハとの反応を起こさせるとともに、前記内管の下部より前記ウェーハの方向に流された不活性ガスにより前記反応ガスの内管内への流入を阻止することを特徴とする半導体装置の製造方法である。

【0013】また本発明に係る半導体装置の製造装置は、内管と外管を含んでなる縦型反応炉の下部に排気孔を設け、内管の管壁上端とほぼ同じ位置もしくはより上方において反応ガスを導入する反応ガス導入孔を外管に設け、内管の下部に不活性ガス導入孔を設け、さらにウェーハを内管内にて昇降自在に保持するウェーハ保持治具を含んでなる半導体装置の製造装置において、内管の頂部内壁との間で環状間隙を画成する部材を含んでなり、かつウェーハが内管の管壁上端とほぼ同じ位置もしくはより上方位に保持された状態で、ウェーハ保持具の載置台が縦型反応炉の底部に当接することを特徴とする。

【0014】本発明法において、熱処理とは、常圧の熱処理で拡散、酸化膜形成、減圧熱処理でCVD法によりWSi<sub>2</sub>、TiSi<sub>2</sub>等のシリサイド膜形成、減圧CVD、SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>を反応ガスとするノンドープもしくはドーブシリコンの成長、HTO (High Temperature Oxide Film) 膜の形成、TEOSを反応ガスとするSiO<sub>2</sub>膜の形成、極薄キャパシタ膜の形成、その他CVD法による誘電体、高誘電体(BST、STO、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)形成等の例が挙げられる。

【0015】本発明においては、不活性ガスは上記機能をもつ他に内管内を流れてその内壁に反応生成物が付着することを妨げ、又下向きに流れる反応ガスが内管内に流入することを妨げる。

【0016】また、前記本発明に係る方法を行なった後に、少なくとも外管内のウェーハの位置から上方の領域において外管と加熱炉の間に常設され、炉の軸方向に延在するプラズマ発生用棒状電極を駆動して洗浄を行なうことにより、石英管を取り外さずに頻繁にその洗浄を行い、パーティクル汚染の一層の低減を図ることができる。

【0017】本発明の好ましい実施態様によると、内管の下部よりウェーハの方向に流す不活性ガスを、内管の頂部内壁との間で環状間隙を画成する部材、例えば、ウェーハ保持治具により画成される該環状間隙を通過させる。

【0018】別の好ましい実施態様によると、電気抵抗炉の抵抗加熱ヒーターの放射光を反射する金属面をヒーターの外側に形成して、反射光と放射光によりウェーハを加熱する。さらに好ましくはウェーハとほぼ同じ高さに設けられた金属光沢を有する金めっき面により抵抗加熱ヒーターからの放射光を反射してウェーハを加熱する。

【0019】複数のウェーハの熱処理としてはこれらを横置きし外管の側面から反応ガスを流入させかつ排気することも可能である。又、複数のウェーハを縦置きして、外管の上部から反応ガスを下向きに流すことも可能である。また、予め加熱炉を反応温度に昇温しかつ不活性ガスをウェーハの方向に流し、続いてウェーハを加熱炉内に上昇移動させることにより急速加熱が実現される。また、必要によりウェーハを予備加熱炉内で予備加熱する；加熱炉より下方に前記予備加熱炉を同軸状にかつ断熱遮蔽板を挟んで配置して、それぞれを反応温度及び予備加熱温度に昇温する；ウェーハ上での反応の均一性を高めるために、反応中にウェーハを内管内で管の中心軸を回転軸として回転させる等の手段を採用することができる。

【0020】

【作用】請求項1及び14記載の発明では、反応生成物を含むガス流を内管入口の近傍で内管と外管の間の環状流路の方向もしくは反応ガス専用排出流路の方向にそらすことによりパーティクルがウェーハに及ぼす弊害を少なくしている。この作用をもたらすには不活性ガスの圧力が反応ガスの圧力より高いことが好ましい。

【0021】しかし、不活性ガスの圧力が反応ガスの圧力よりも多少低くとも、ウェーハ上の反応が外管の内部空間で起こることと、不活性ガスが反応ガスの内管内への流入を妨げているために、ウェーハはパーティクルの影響を受け難い。又、本発明におけるウェーハ上反応は単一管内反応と同じであるために、常設電極によるプラズマを外管内壁に集中させることができる。これにより、不要な反応生成物を除去すると、二重管内管内壁の洗浄を必要とする従来法と比べて、洗浄効果を高め、パーティクルがウェーハに及ぼす影響をさらに少なくする。

ことができる(請求項2、15)。適切な大きさの環状間隙を画成する部材、例えばウェーハ保持治具により形成する環状間隙を不活性ガスを通過させること(請求項3)により、反応ガスの流れをそらすと、反応ガスはほとんど内管内に入り込まない。

【0022】複数のウェーハ載置形態により反応ガス流入法を変えることによりロットの品質均一性が高められる(請求項8、9、17、18)。あらかじめ反応に適した温度に昇温された加熱炉内にウェーハを上昇移動することによりウェーハの加熱時間を短縮しサーマルバジェットを少なくすることができる(請求項10)。また、予備加熱(請求項11、19、20)によりウェーハ面上での水分除去等が可能になり、さらに、ウェーハの回転(請求項13、21)により大口径ウェーハ上の膜厚分布を極めて均一に具体的には $\pm 1\%$ 以下にすることができる。

【0023】

【実施例】図1は本発明方法及び装置に係る一実施例を示す。図中、1は二重反応管、1aは外管、1bは内管、2は外管1aの頂部の反応ガス導入孔と接続する反応ガス流入管、3は外管1a底部の排気孔と接続する排気管、4は同心円状に配列された外管1aと内管1bの間に形成された環状流路、5は加熱炉、5aは抵抗加熱ヒーターもしくはランプ、6はウェーハ保持治具、7は内管の不活性ガス導入孔と接続する不活性ガス流入管、8はウェーハ、11は遮蔽板、12は載置台であり、それぞれ図17に示されたものに相当している。

【0024】図1においては、加熱炉5は下端を固定した炉体台18が炉体昇降部19に固定され、さらにこの炉体昇降部19は内部に設けられたギアが案内棒17とかみ合っている。したがって、炉体昇降部19に内蔵する電動機を駆動することにより炉体5が昇降し、図示の位置に調節される。二重反応管1は図示の位置に反応管支持部16により案内棒17に固定されている。一方、ウェーハ8を図示の位置に調節するためには内管昇降部13が設けられている。上記の装置全体は例えば空素を満たした容器内に入れられており、加熱炉5を予め加熱温度とし、ウェーハ8を徐々に上昇させる。この時必要により排気管3から吸引を行い炉内を所定減圧にする。また上記の装置においてはウェーハ8を図17に示す機構30、31、32で回転させることができる。

【0025】ウェーハ保持治具6の軸体28の先端より斜め上向きに数本分岐した腕部29よりさらに垂直上方に突出した支持体29により1枚のウェーハ8が支えられている。ウェーハ8の高速・均一加熱特性を高めるために支持体29は先端が先細りに成形され、支持体8によるウェーハからの空熱を少なくしている。一方、ウェーハ8の端縁は、一部にファセット又はノッチがある円弧状となっているが、腕部29の先端を垂直上方に延長するとともに連続円弧状として構成した環体9と面して

いる。この環体9の内面はウェーハ8の端縁と、処理前後の装束脱着を可能にする限度の僅かな間隙と介して対向し、一方環体9の外面は内管1bと対向しており、その結果画成される連続した一定幅の環状間隙10には、不活性ガス流入管7から供給される不活性ガスが上向きに流される。

【0026】図2に示されるウェーハ保持治具6の別の実施例によると、軸体28の先端より3本の腕部29を斜め上向きに分岐させ、その先端に固着した環状支持台30のL字断面部にウェーハ8の周縁を載置する。この環状支持台30の外周面30aが内管の内壁と対向して環状間隙10(図1参照)を画成する。なお図2ではウェーハ8は円形であるが、矩形、正方形であってもよい。正方形ウェーハの処理には通常正方形断面の内管が使用される。さらに正方形断面の内管には円形外管が通常使用される。

【0027】再び図1を参照すると、ウェーハ8の上方に配置された20は多数の透孔を周縁部以外のほぼ全面に開けた整流板であって、ウェーハ面での反応ガスを均一にするものである。また必要によりウェーハ保持治具6を回転させてさらに均一性を高めることもできる。また、二重反応管1は減圧、常圧の何れの条件でもよく、排気管3には必要によりポンプを連通してもよい。

【0028】図1に図解される本発明方法及び装置が最も特徴とするところは、載置台12が二重管型反応管1の下部と当接して、反応ガスと上面で接触して膜形成などが行われるウェーハ8は内管1bの上端1cより上方位置に反応開始時に移動せしめられ、またウェーハ8の上方空間よりは著しく狭い環状間隙10を流れる不活性反応ガスの内管1b内の側に流入を妨げている。なお、載置台12をウェーハ保持治具6と一体にしあるいは図7の構造としてもよいことは勿論である。図示の位置にて反応を終了後、反応ガス流入管2からのガスの流れを止めてウェーハ8を反応管外に取り出す。したがって、ウェーハ8が出し入れされる内管1bの内壁には反応生成物が堆積することではなく、ウェーハ出し入れの際にウェーハ8がパーティクルにより汚染されることは防止される。上記した環状間隙10の大きさは特に限定されず、専ら機械加工精度により定められ、一般に2mm程度である。

【0029】図1に図解する方法及び装置はウェーハの1枚処理法であり高速成長に適しており、ポリシリコンをCVDにより成長する場合は3000~10000オングストローム/mm程度の成長速度が達成される。また、整流効果があるために6インチウェーハで1%程度の膜厚分布を達成することができる。このように本発明では高速成長と優れた膜厚分布を両立させることができる。なお、従来のバッチ処理の場合の成長速度は80~800オングストローム/mm程度である。

【0030】図3に示される本発明方法及び装置の別の実



施例によると、反応ガス流入管2の先端に位置するガス流入管出口2aの直下に邪魔板32を配置し、真下に向う反応ガスの流れを弱めウェーハ面での反応ガス分布を均一にする。邪魔板32は図4に示されるような円板を4本の棒32aにより外管1aに固定したものである。本発明方法は図17に示す従来法よりもウェーハ8が上方に位置するために、邪魔板32や以下説明する手段により反応ガスを整流することがウェーハ面での反応均一性を高めるために有効である。これに対し従来法では整流された反応ガスが内管1b内を流れる過程でガスの流れがかなり乱されるのでこれらの整流手段はあまり有効ではない。

【0031】図3において、21はウェーハ8を支えるための円板からなるセパレータである。1枚のウェーハ8が表面全体でセパレータ8により支えられているので、表面での反応が起こらない。この方法は、例えばSiO<sub>2</sub>膜、SiON膜等のゲート膜を700℃以下に成長するCVD成長法に有益に適用される。またこの方法はフラッシュメモリ用ゲート膜のようにバルクSiを反応させて、極薄膜を形成するときにも有益に適用される。例えば、N<sub>2</sub>Oを反応ガスとしてバルクSiを1100℃で30秒間酸化させることによりSiO<sub>2</sub>膜を形成することができる。次に、SiON膜はSiO<sub>2</sub>膜形成後NH<sub>3</sub>を反応ガスとして950℃で40秒間窒化させることにより形成することができる。これらの酸化及び窒化処理は通常常圧雰囲気で行ない、また酸素及びNH<sub>3</sub>ガスの流量は8インチウェーハの場合は約5L/分とすることが好ましい。上記方法では邪魔板32による整流作用によりSiO<sub>2</sub>膜及びSiON膜は8インチウェーハ上で膜厚分布が±1%以下と優れた結果が得られる。ウェーハ保持治具6を10rpm程度で回転させると、大口徑ウェーハに対してより優れた膜厚分布が得られる。以上、1枚横置きウェーハの例を説明したが、ウェーハ8は1枚以上縦置きをすることもできる。また、ウェーハ保持具は図2に示すものでも支障がない。

【0032】また図5に示す実施態様のように、外管1aの頂部中心部に幾つかの開孔1dを設けることによりガス流入管出口2aの壁部と中央部におけるガス流速の差を減少させてウェーハ面での反応ガス分布を均一にすることもできる。

【0033】また図6に示す実施態様のように、ウェーハ8より上方に位置する外管1aの上部形状を変形してウェーハ面での反応ガス分布を均一にすることもできる。

【0034】本発明においては、図7に図解するように、ホットウォール（したがって、5aは電気抵抗加熱によるヒータ）の下端部にランプと同様に機能を持たせウェーハ面内の温度分布を均一にし、反応をさらに均一にすることができる。図7においては、外管1aの頂部

は平坦部1a'となっており、また反応ガス流入管2の出口は外管1aの頂部側面に開口している。なお、減圧CVDの場合は平坦部1a'を厚くして大気圧により破壊されないようにしなければならない。ヒータ5aを備えた加熱炉5の下端には金めっき23を炉内空間5'に面する側に被着した水冷ジャケット22固定している。ウェーハ面の水分が反応に悪影響を及ぼす場合等は、水冷ジャケット22の下部に接して予備加熱炉5dを設けることが好ましい。

【0035】ヒータ5aから放射される多種の波長をもつ放射光が金めっき23により反射され、ウェーハ8を加熱するので、ウェーハ8の温度均一性は5aがランプである場合と比べて良好である。また、22、23からなる反射リングは内部が冷却されているので、それ自体の温度は高まらない点ではランプ加熱と同じであるが、ヒータからの放射光波長は単一でないために、ウェーハ表面の付着膜質の種類による選択性がなく、ランプ加熱では問題となる膜の歪みを生じさせない利点がある。

【0036】図7に図解された方法は、500 Torr程度から常圧の圧力下で行なうCVDに通ずる。例えばTEOSとO<sub>3</sub>を反応ガスとするSiO<sub>2</sub>の成長は360~400℃で行なうと、上記した2種の加熱機構によりウェーハ8は最高温度部に位置することとなり、表面反応を伴う反応が高速成長で実現される。O<sub>3</sub>の濃度を一般的な4~5%とし、その他の条件は上記のとおりとして反応を行なうと、3000~6000オングストローム/minの成長速度を達成することができる。なお、大口徑ウェーハは5~20rpmで回転させることが好ましい。ところで、O<sub>3</sub>は360℃以下で分解するので、この方法により反応前の分解を防止しO<sub>3</sub>濃度を高く保つことが有益である。その後約400℃でCVDを行うことができる。

【0037】図7に図解された方法において、加熱炉5内の温度が所定温度になるまで下側開放部を熱遮蔽部材で塞ぎ、所定温度に達した後直ちに二重反応管を炉内5'に突入させると急速加熱を実施することができる。

【0038】この方法をさらに図8に示すように改良して反応温度への昇温速度を高めることができる。図8において、40は上部加熱炉駆動昇降軸、41は断熱遮蔽板駆動軸、42は冷却水入口、43は冷却水出口、44は下部加熱炉、45はヒータ、46、47は反射リング、48、50は冷却水入口、49、51は冷却水出口である。

【0039】上部加熱炉駆動昇降軸40により下部加熱炉44の直上に移動された上部加熱炉5の下部開放部を、表面を金めっきした水冷ジャケット26の両面を断熱層25で被覆し、その表面全体を石英被覆層24でさらに被覆した断熱遮蔽板で塞ぎ、炉内5'を昇温する。一方、二重反応管1は予備加熱炉44で予めウェーハ表面の水分を除くため150~200℃で加熱する。ウェー



ーハの温度が所定温度に達し予備加熱が完了したならば、断熱遮蔽板を断熱遮蔽板駆動軸41により両加熱炉の中間より排除して上部加熱炉5を降下させて、反射リング46、47を密接する。上部加熱炉5は予め反応温度に加熱されているから、二重反応管1内に反応ガスを流し、反応を開始する。この方法によると反応温度への昇温速度を急速に高めることができる。また、反応ガスを流し始める時点を上昇移動直前とすると、パーティクルの発生量を少なくすることができる。

【0040】図9及び図10に図解された方法は、環状間隙10をウェーハ保持治具とは別の部材27で画成したものである。この部材はウェーハ保持治具6と一体に移動し、ウェーハ8と實質的に同じ形状面積をもつ円板27aを腕部材29で案内棒28に固接し、不活性ガスの狭い流路を画成した部材27（以下「不活性ガス流路画成部材」と言う）である。加熱炉5は、金めっき53を内張りした水冷ジャケット52に電気抵抗加熱によるヒーター5aを固定したものである。なお、図7に示す加熱炉も図9と同様の構造にすることができる。また、金めっき23を施した水冷ジャケット22は熱処理されたウェーハ8と同じ高さに位置している。したがって、金めっき23、25からの反射により炉内5'は極めて温度分布が良好になる。なお、ウェーハ8は、必要により図3～6に示す反応ガス整流手段を適用して、熱処理される。不活性ガス流路画成部材27の長さ(L)は反応ガスと不活性ガスの混合を妨げるためにできるだけ長い方が好ましい。

【0041】図9に図解されるウェーハ8が内管1bより上方で反応せしめられる方法ではウェーハ8の表面にも膜が成長する。この方法はTEOS+O<sub>2</sub>を反応ガスとし、680～700℃の温度で減圧CVDによりSiO<sub>2</sub>膜を形成する方法に好適に適用できる。また、この方法は、SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>を反応ガスとするHTO膜の形成や、またTFTデバイスの製造におけるSi<sub>2</sub>H<sub>6</sub>を用いた減圧CVD法によるアモルファスSiの成長に適用する。またこの方法はLCDデバイスの製造にも適用する。

【0042】図11には、複数のウェーハを二重管の内管上端より高い位置に保持する本発明方法及び装置の一実施例が図解されている。図において、33はウェーハ横置治具、34は反応ガス溜り、35は反応ガス排気管、36は不活性ガス排気管である。反応ガス流入管2から供給された反応ガスは外管1aの上部垂直壁面に中心軸に対して120°程度の円弧状に形成された反応ガス溜り34にて一旦再分布その後、外管1aに1eとは反対側に形成された多数の反応ガス吹出し口1fよりほぼ平行にウェーハ8の方向に流出する。詳細な構造は図12に示すウェーハ横置保持具33に横置きされた6枚のウェーハ8の表裏面では所定の反応が起こる。その後反応ガスは反応ガス吹出し口1eと反対側に120°程度

の円弧状に設けられた切除面1fから流出し、そして反応ガス排気管35から排出される。一方不活性ガスは図1を参照して説明したように内管1b内への反応ガスの流入を阻止し、その後不活性ガス排気管36から排出される。

【0043】ウェーハ横置治具33は、図12に示されるように、ウェーハ8を回転自在に保持する軸体6に専断自在に巻込まれた基部33aから分岐した3本の垂直部33bより、さらに、水平棒部38を延在させ、その末端を約270°の円弧状に連結し、連結部の3箇所を上向きに突出させ、その先端39を上向きに先細りに成形してウェーハ8の裏面を3箇所で点支持する。さらにウェーハ8の横ずれを防止するためにウェーハ側先端を先細りにした突起39を水平棒部38に設けている。

【0044】図11に示されるように横置きされた全ウェーハの高さとほぼ同じ厚みで反応ガスを吹き出させ、また同様にほぼ同じ厚みで反応ガスを反応管排気管35に吸い込み、また必要によりウェーハ保持治具を回転させると、多数のウェーハ面上での反応を均一にすることができる。例えばTEOS、TEOP、TMBを反応ガスとしてBPSGを形成する場合、従来の縦形反応炉の上下領域において反応ガスの濃度が濃くもしくは薄くなるために、デバイスには使用不能のダミーウェーハを配列していたが、図11に図解される方法及び装置はダミーウェーハを必要としない。同様にドーピングSiの成長に本法は有用である。

【0045】図13に図解されているのは、例えば760℃以上の温度で窒化膜を形成するのに適する方法及び装置であって、複数のウェーハを二重管の内管上端より高い位置に縦置きで保持し、ウェーハから不活性ガス流路画成部材までを均熱するとともに、反応ガス吹出し器37をウェーハ8の直上に設け、反応ガスが反応温度に達してからウェーハに導く方法である。なお、ウェーハの配列幅とほぼ同じ分布をもつように透孔37aを線の異状に形成すると、パッチ処理する際に好ましい処理均一性が実現される。また均熱長さも図のようにウェーハ8の直径よりも長くして反応の均一性を確保する。

【0046】図14は本発明による洗浄方法の実施例を説明する図である。すなわち、洗浄用電極55を外管1aと加熱炉5の間に炉の軸方向に設ける。洗浄用電極40は最小限内管1bより上方領域1a-pに設ければよいが、パーティクルを徹底的に洗浄するために加熱炉5と同じ長さにかつ石英管にできるだけ近接して設けることが好ましい。この洗浄用電極55は常設することにより洗浄が簡単かつ短時間にできるようになる。また洗浄用電極55は断面が円形、正方形、矩形、異形などの任意の形状の棒状であるが、好ましくは図15に示すように円弧状、三角形等に折り曲げた板であり、その先端55eが石英管外管の面と接するか近接するように配置し、先端55eに面する外管内壁に高周波電流を集中させる

ことによりプラズマを発生させる。

【0047】より好ましくは、図16に示すように、高周波電源54の一方の極54aに接続した電極54a1~54a6と、他方の極54bに接続した電極54b1~54b6を並列に配列することが好ましい。プラズマ発生のためガスとしてはNF<sub>3</sub>、SF<sub>6</sub>、CF<sub>4</sub>などを使用し、0.5~0.7Torrに炉内を減圧し、13.55MHz、400Wの高周波電力を印加して洗浄を行うことができる。

【0048】

【発明の効果】請求項1記載の方法及び請求項13記載の装置は、64M以上の高集積度半導体メモリやその他の同等の高集積度半導体装置において、必要とされる

(イ)均一加熱及び(ロ)パーティクルの低減を実現するものである。特に(ロ)パーティクル低減に関しては、ウェーハが出入りする内管内でできるだけパーティクルを発生させないようにすることにより、従来技術よりパーティクルの数を減少させることができる。

【0049】請求項2、15記載の洗浄手段によると、(ハ)例えば20~30サイクルの処理後に外管内壁を効果的に洗浄することにより外管の内壁のパーティクルを除去でき、さらにパーティクルの個数が少なくなかつ大きさが小さくなる。(ニ)大口徑ウェーハ処理用石英管を洗浄の都度炉から取外す必要がないので、作業が容易であり、かつ設備の稼働率が高くなる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】ウェーハを内管上端とほぼ同じ高さに保持する本発明方法及び装置の一実施例を示す図である。

【図2】ウェーハの保持治具の一実施例を示す図である。

【図3】ウェーハを内管上端とほぼ同じ高さに保持し、邪魔板により整流する本発明方法及び装置の一実施例を示す図である。

【図4】整流のための邪魔板の斜視図である。

【図5】ウェーハを内管上端とほぼ同じ高さに保持し、外管の出口に整流孔を設けた本発明方法及び装置の一実施例を示す図である。

【図6】ウェーハを内管上端とほぼ同じ高さに保持し、外管を整流に通した形状にした本発明方法及び装置の一実施例を示す図である。

【図7】ウェーハを内管上端とほぼ同じ高さに保持し、ウェーハとほぼ同じ高さの金メッキ反射面を設けた本発明方法及び装置の一実施例を示す図である。

【図8】下部開放面を開鎖して上部加熱炉を昇温し、上部開放面を開鎖した下部予備加熱炉で二重反応管を予備加熱温度まで昇温する本発明方法及び装置の位置実施例を示す図である。

【図9】ウェーハを内管上端より高い位置に保持する本発明方法及び装置の一実施例を示す図である。

【図10】不活性ガス流路画成部材の平面図である。

【図11】複数のウェーハを内管上端より高い位置に横置きで保持するとともに反応ガス及び不活性ガスの排気管を別にした本発明方法及び装置の一実施例を示す図である。

【図12】図12に示されるウェーハ横置保持具の断面図である。

【図13】複数のウェーハを内管上端より高い位置に縦置きで保持するとともにウェーハから不活性ガス流路画成部材までを均熱する本発明方法及び装置の一実施例を示す図である。

【図14】反応管内の洗浄法及び装置の実施例を示す図である。

【図15】洗浄電極の形状を示す図である。

【図16】洗浄電極の結線を示す図である。

【図17】二重管型装置により半導体装置を製造する従来方法及び装置を説明する図である。

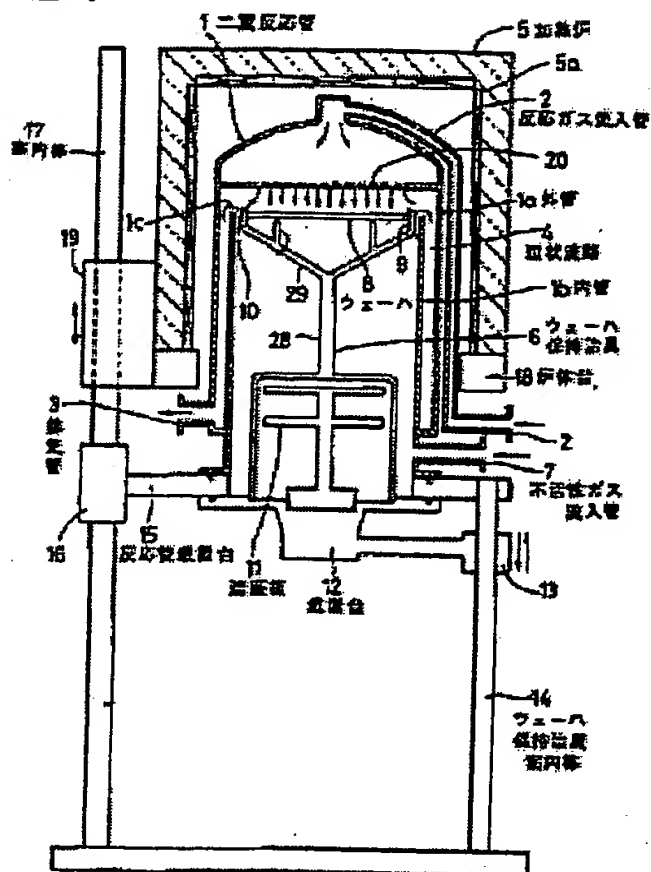
【符号の説明】

- 1-二重反応管
- 1a-外管
- 1b-内管
- 1e-反応ガス吹出し孔
- 1f-切除面
- 2-反応ガス流入管
- 3-排気管
- 4-環状流路
- 5-加熱炉
- 5a-ヒーターもしくはランプ
- 6-ウェーハ保持治具
- 7-不活性ガス流入管
- 8-ウェーハ
- 10-環状間隙
- 11-遮蔽板
- 12-載置台
- 17-案内棒
- 18-炉体台18
- 19-炉体昇降部
- 21-セパレータ
- 22-水冷ジャケット
- 23-金めっき
- 24-石英カバー
- 25-断熱層
- 26-水冷ジャケット
- 27-不活性ガス流路画成部材
- 28-軸体
- 29-腕部
- 30-環状支持台
- 32-不活性ガス流入口
- 33-ウェーハ横置治具
- 35-反応ガス排気管
- 36-不活性ガス排気管

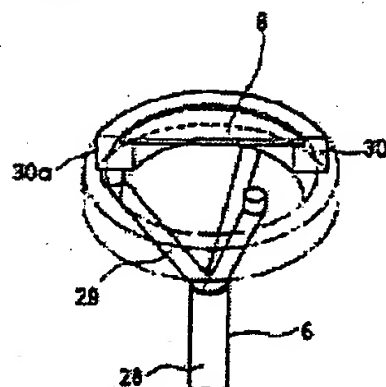
37-反応ガス吹出し器  
40-上部加熱炉駆動昇降軸  
41-断熱遮蔽板駆動軸  
42-冷却水入口  
43-冷却水出口  
44-下部加熱炉  
45-ヒーター

46、47-反射リング  
48-冷却水入口  
49-冷却水出口  
50-冷却水入口  
51-冷却水出口  
54-高周波電源  
55-洗浄用電極

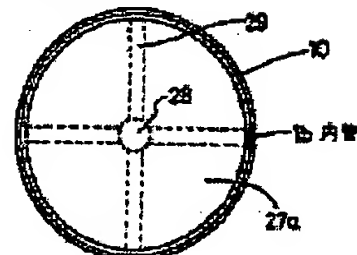
【図1】



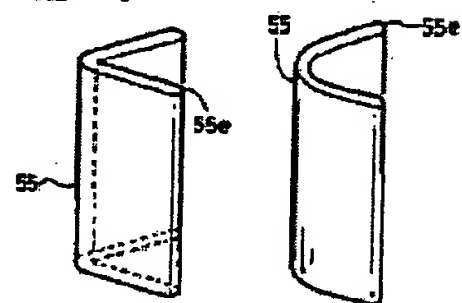
【図2】



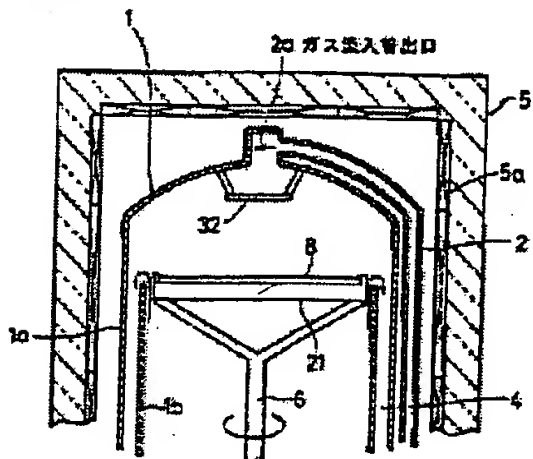
【図10】



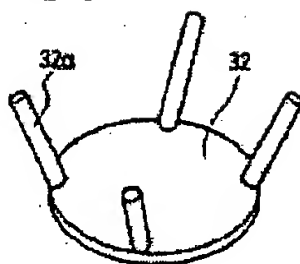
【図15】



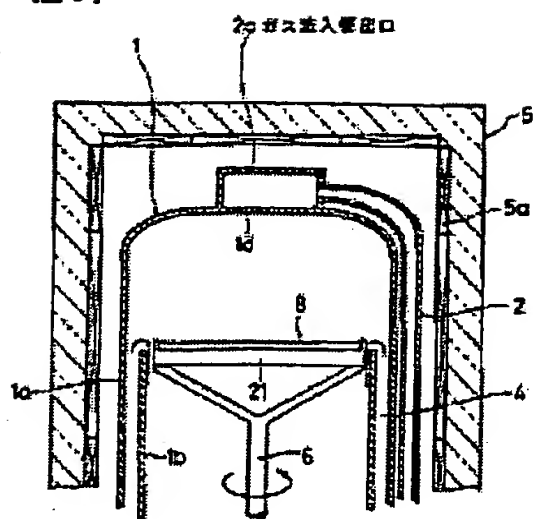
【図3】



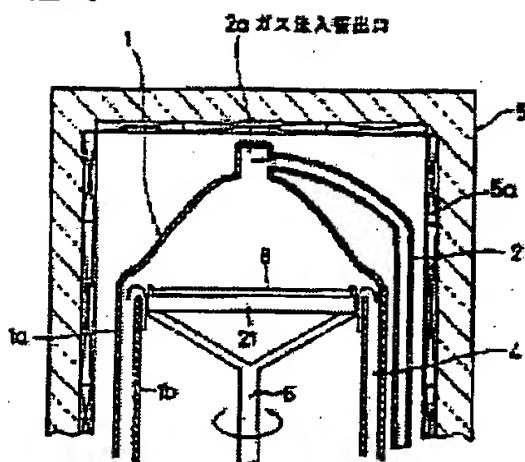
【図4】



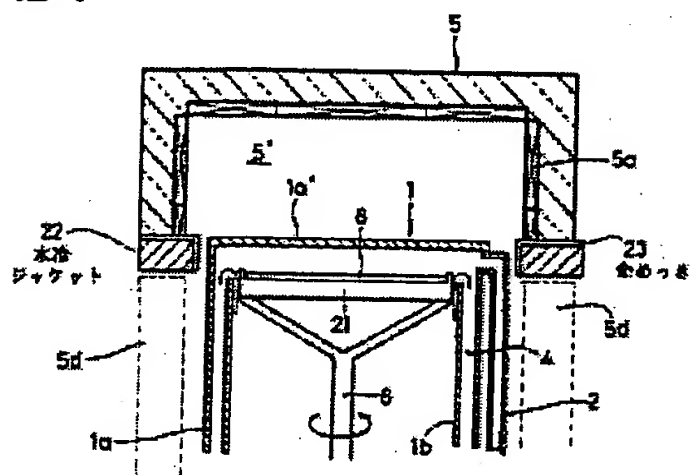
【図5】



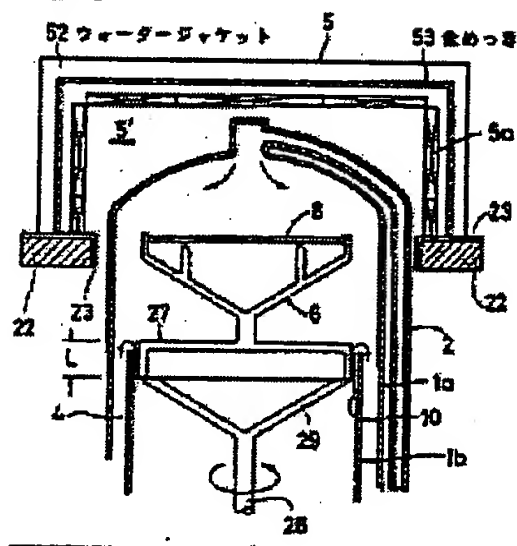
【図6】



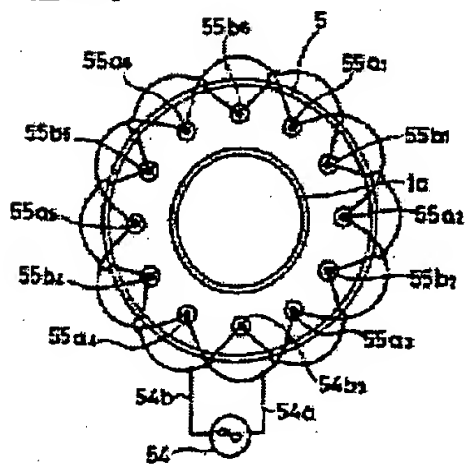
【図7】



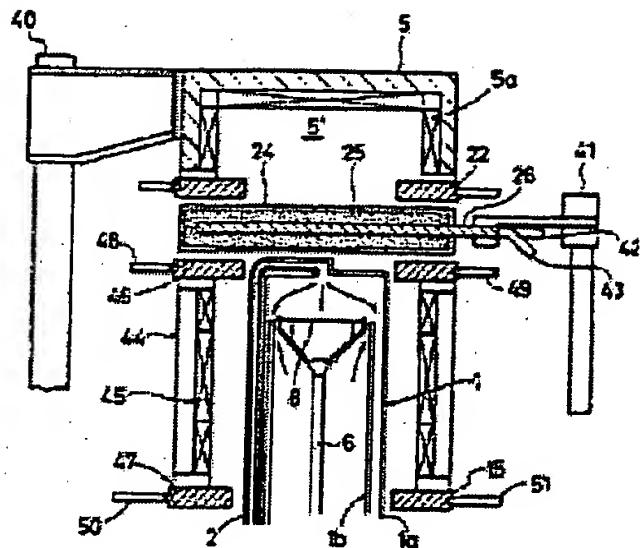
【図9】



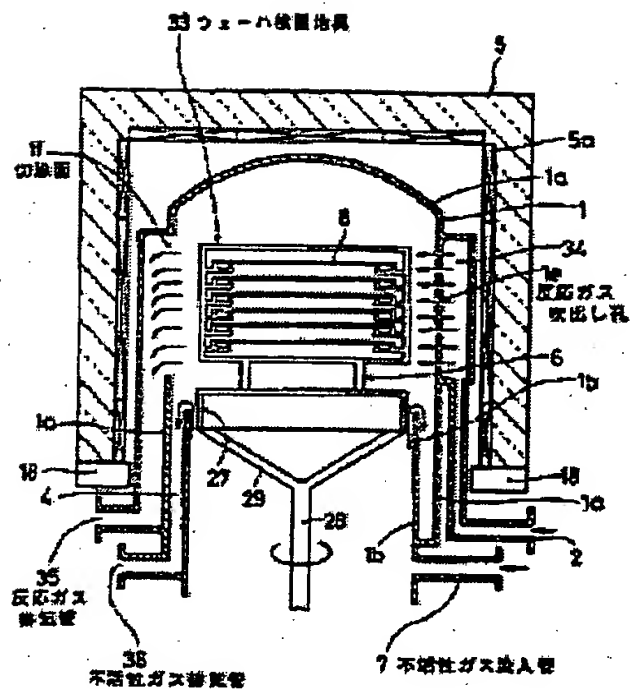
【図16】



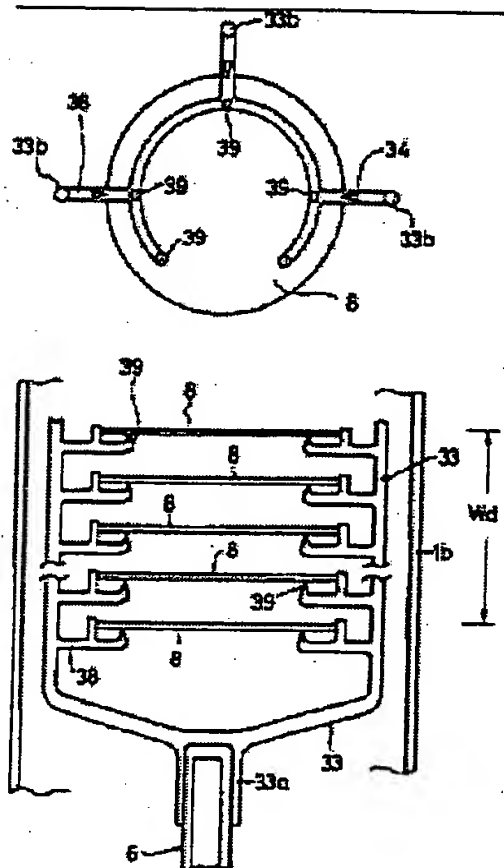
【図 8】



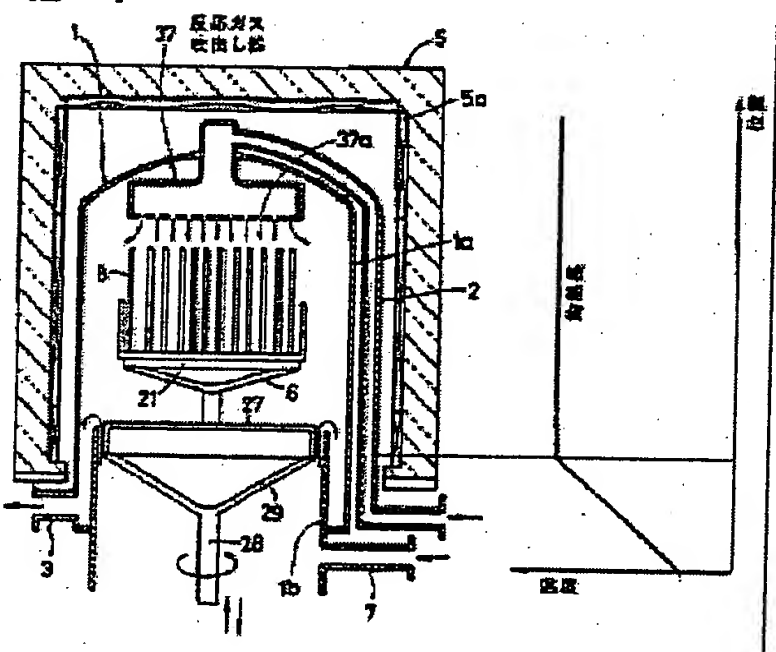
【図 11】



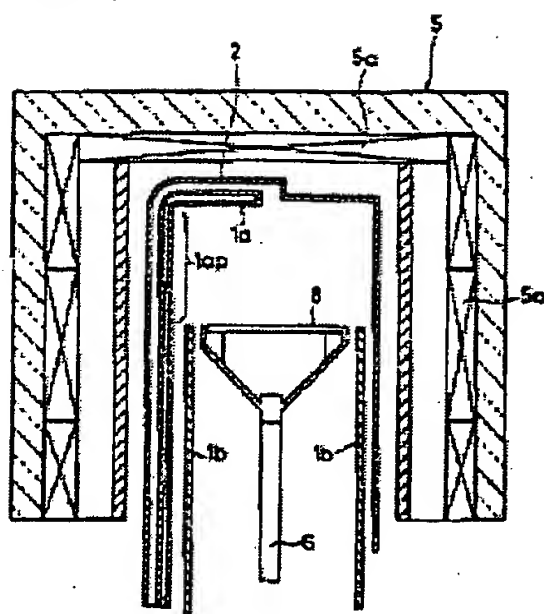
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【図 17】

